

丙烯酸接枝聚丙烯的制备及其结构与性能

黄珍珍 林志丹 蔡泽伟 麦堪成

(中山大学化学与化学工程学院,广州 510275)

摘要 综述近年来国内外关于丙烯酸接枝聚丙烯(PP-g-AA)的制备方法,主要包括熔融接枝、固相接枝、辐射接枝、光引发接枝、悬浮接枝、溶液接枝和复合材料中的原位接枝法等,以及各种制备工艺和条件对接枝率的影响;并对PP-g-AA的结构与性能尤其是接枝丙烯酸后聚丙烯的结晶与熔融行为进行了详细阐述。

关键词 接枝聚丙烯 丙烯酸 制备 结构 性能

接枝改性是赋予聚丙烯(PP)功能化、拓宽其应用领域的重要途径。用于接枝PP的小分子单体主要包括一些不饱和酸及其衍生物,如马来酸酐(MAH)^[1]、丙烯酸(AA)、甲基丙烯酸缩水甘油酯(GMA)^[2]、甲基丙烯酸(MA)^[3]、亚甲基丁二酸(衣康酸)^[4]以及长链不饱和脂肪酸^[5]等,还有苯乙烯^[6]、有机硅烷^[7]、恶唑啉等^[8]。其中AA因其反应活性高、毒性较小而得到广泛研究和应用,PP接枝上AA可以增大极性,将丙烯酸接枝聚丙烯(PP-g-AA)用于填充、增强复合材料及聚烯烃共混物中,可以增大组分间的相容性与界面粘附程度,提高材料综合性能。

笔者综述了近年来国内外关于PP-g-AA的制备方法、制备工艺对接枝物性能的影响及其结构与性能的研究进展。

1 制备方法

制备PP-g-AA的方法有很多,主要包括熔融接枝、固相接枝、辐射接枝、光引发接枝、悬浮接枝和溶液接枝法等,近年来也有人采用在复合材料体系中原位形成大分子相容剂的方法制备PP-g-AA。

1.1 熔融接枝法

熔融接枝法是将单体、PP树脂和引发剂等按一定配比混合均匀,然后把混合物直接加入挤出机或密炼机中,在高于PP熔点的温度(一般为190~230℃)下反应挤出。熔融接枝法具有操作简单、无须回收溶剂、可以工业化连续生产等优点,因此被广泛采用。其主要缺点是反应在高温下进行,自由基引发易导致PP降解,另外未反应的单体、引发剂残留在产物中,而且产物的接枝率不高。

影响反应接枝率的因素主要是引发剂浓度、单体浓度、挤出温度和螺杆转速。一般引发剂浓度增大,产生的自由基增多,会使接枝率提高;但引发剂浓度超过某临界值后,又会加剧副反应的发生而导致接枝率降低。单体浓度也有一个最佳值,当超过此值后,会引起均聚反应,导致接枝率降低。

F. Rahma等^[9]用密炼机制备了PP-g-AA,考察了过氧化二异丙苯(DCP)和AA用量、温度以及螺杆转速对接枝物的影响。选择混炼温度为200℃,螺杆转速为150 r/min,停留时间为5 min。结果表明,添加0.85份DCP、5份AA时,PP-g-AA的接枝率最大。

S. G. Flores-Gallardo等^[10]通过自由基引发熔融接枝反

应制备了丙烯酸-苯乙烯接枝聚丙烯(PP-g-AA-St)。采用了两种制备过程,其一是首先将PP放入175℃的Brabender转矩流变仪中,熔融后再加入一定量的AA和引发剂DCP,于50 r/min转速下反应5 min;另一种是先将PP、单体以及引发剂于室温下混合,让PP吸收单体和引发剂,然后在175℃的Brabender转矩流变仪中混合10 min。研究发现,第二种制备方法得到的PP-g-AA的接枝率更高,转矩随时间的下降更明显。认为第一个过程中温度太高,单体易蒸发,而第二个过程先用单体溶液对PP进行预处理,可以更好地与PP结合,产生更多的活性点。PP-g-AA的接枝率取决于单体和引发剂的浓度,固定AA含量为10%时,添加0.07%的DCP得到接枝物的接枝率最大。PP-g-AA的熔体流动速率随着DCP含量增加显著增大,归因于DCP促进PP的降解。

张晓民等^[11]讨论了单体AA和引发剂DCP浓度对接枝率的影响。随AA用量增加,接枝率也逐渐提高,但转化率随之降低,原因是单体用量增加时,绝大部分AA单体形成了AA均聚物或由真空脱气系统排掉。随DCP用量增加,AA的接枝率和转化率逐渐提高;但当DCP用量达到0.25%时,接枝率和转化率开始降低。认为较高的DCP浓度产生较高的初级自由基浓度,一些副反应如降解、歧化、自由基彼此相遇而终止、重排等反应容易发生,在这些引发剂自由基和大分子自由基之间,消耗了一定量的反应活性自由基,从而用于引发单体的自由基相应减少,导致接枝率和转化率的降低。

金秋云等^[12]也用双螺杆挤出机制备PP-g-AA,讨论了引发剂DCP和单体AA用量以及挤出温度对接枝率的影响,得出相似的结果。对于PP/AA/DCP=100/10/1的体系,螺杆转速为30 r/min时,接枝率在195℃附近出现最大值,如果温度偏低,则由于DCP的半衰期延长,初级自由基浓度太低,使接枝率较小;而温度过高时,DCP在反应开始就已分解,则容易发生PP降解等副反应,消耗自由基而使接枝率下降;螺杆转速以30~40 r/min为宜。

1.2 固相接枝法

固相接枝法是将粉末PP基体在其熔融温度下(100~

120℃)与适量的单体、高浓度引发剂和少量界面剂混合,在 N_2 保护下用引发剂引发进行接枝共聚。与熔融、溶液接枝方法相比,固相接枝法有许多不可替代的优点,比如接枝反应以粉末固体形式在较低温度下进行,PP几乎不降解;仅使用少量溶剂作为界面活性剂,溶剂被聚合物表面吸收,不用回收;反应结束时,通过升温 and N_2 驱气等方法,除去未反应引发剂和单体,对接枝物的后加工无不良影响;可利用实验室常用设备,费用低,时间短,接枝率较高等。已有不少关于 MAH、GMA 等固相接枝 PP 的研究^[13,14]。

王静媛等^[15]采用固相接枝方法制得 PP-g-AA,讨论了引发剂用量、接枝反应温度、时间和接枝剂用量对接枝率的影响。发现当 BPO 用量小于 0.6% 时,接枝率随 BPO 用量增加而提高。认为此时体系中 BPO 浓度比较低,分解出的自由基浓度也比较低,能够有效地将 AA 接枝在 PP 分子链上,因此接枝率随 BPO 用量增加而提高。当 BPO 超过 0.6% 时,一部分自由基可能产生偶合终止,同时使 PP 的交联、降解副反应增大,所以接枝率略有降低。接枝率随反应温度也出现先上升后下降的趋势,在 120℃ 时出现最大值,归因于该温度下 BPO 分解产生自由基的速度与接枝反应速度相当,使 AA 能有效地接枝在 PP 分子链上。当温度再升高时, BPO 分解速度超过了接枝反应速度,产生的自由基不能有效地引发 PP 反应,反而增加了自由基终止机会,因而接枝率又降低。随反应时间延长,接枝率提高,在 20~30 min 时有一极大值,其后接枝率又降低。认为当反应时间超过 30 min 后, BPO 已经分解完毕,不能有效引发接枝反应进行,即使延长反应时间,反应进行也比较困难,同时可能伴随副反应发生,接枝率反而下降。当 AA 用量为 60% 时,接枝率提高缓慢,用量至 80% 时几乎不再提高,认为单体用量过多时趋向自聚反应,而对接枝反应无贡献,如果制备接枝率比较高的 PP,则需要在工艺上进行改进。

林志勇等^[16]也研究了固相接枝法反应条件对 PP-g-AA 接枝率的影响,得出相似的结论。他们还考察了反应时间为 2.5 h,反应温度为 125℃ 条件下,不同界面剂对 PP-g-AA 接枝率的影响,发现界面剂为 PP 的良溶剂时,接枝率较高,反之较低。归因于良溶剂对 PP 溶胀能力强,单体溶液易浸入,引发接枝几率增大,故接枝率较高。

1.3 辐射接枝法

辐射接枝法是用高能射线照射 PP 产生自由基,自由基再与活性单体反应生成接枝共聚物。与其它接枝法比较,辐射接枝法的优点在于适合各种化学、物理性质稳定的树脂,能够快速且均一地产生活性自由基,而且不需加化学引发剂,不过该方法成本较高。根据利用辐射获得接枝活性点的方式可以将其分为同时辐射和预辐射两种方法,预辐射法就是首先辐射 PP,使其表面带有活性点,然后再和单体反应。比较两种方法,预辐射技术更能减少单体均聚物的生成。辐照接枝法在改善 PP 膜或纤维的表面极性方面应用广泛。

D. Q. Alencar 等^[17]通过辐射引发 AA 来接枝 PP 粒,当

AA 用量为 30 份,总辐射剂量为 12 kGy 时,得到最大接枝率(70%)的接枝物。J. S. Park 等^[18]用 ^{60}Co - γ 射线预辐射法将 AA 接枝到 PP 纤维上,再与某些金属络合,可赋予 PP 抗菌性能。J. Chen^[19]也发现硫酸和硫酸亚铁有协同效应,不仅提高了 PP-g-AA 的接枝率,而且降低了接枝反应的表面活化能,从而在较低吸收剂量下就可以获得一定的接枝率。姚占海^[20]采用 ^{60}Co - γ 射线预辐照接枝法研究了 PP 纤维与 AA 在苯中的接枝共聚反应,观察到接枝率随预辐照剂量、反应时间和温度的增加而提高,当单体浓度小于 3 mol/L 时,接枝率随 AA 浓度的增加而提高,当 AA 浓度大于 3 mol/L 后,接枝率无明显增加。接枝共聚物的亲水性明显改善。

陈代涛等^[21]用电子束预辐照方法对 AA 与等规 PP 粉末在有氧条件下进行的接枝共聚进行了研究。观察到接枝聚合可以在有氧条件下顺利进行,在 50~400 kGy 剂量内,接枝率随剂量的增加而提高,但在高剂量时却出现一平台,归因于高剂量下自由基的重组反应。当剂量大于 400 kGy 时,PP 粉末变黄并发出一种难闻的气味。辐照后的聚合物在适宜的环境中经过 40 d 的储存后,接枝率未发生明显变化,可见反应的引发基团是比较“稳定”的,认为接枝反应主要的引发基团应为过氧化物和过氧化氢基团。Mohr's 盐作为阻聚剂以阻碍 AA 的聚合,AA 均聚物和接枝产物的生成量都将随 Mohr's 盐浓度的增加而减少。但作为一种较强的还原剂, Fe^{2+} 又能促进过氧化物和过氧化氢基团的降解而促进聚合反应的发生,所以低浓度 Mohr's 盐能促进接枝的进行,而高浓度时则限制接枝率进一步提高。虽然在 Mohr's 盐浓度为 0.008% 左右时接枝率最大,但此时生成均聚物的量也极大,使接枝物的提纯比较困难。随着温度的增加,接枝反应的速率明显增加,60℃ 以上时,接枝率在 2 h 后即达到最大值。单体浓度较小时,接枝率随单体浓度的增加而提高,在单体浓度 55% 左右达到最大,之后随单体浓度的增加而迅速降低,归因于大量均聚物的生成除了消耗了大量的单体外,还增大了体系的粘度,阻碍未反应的单体向接枝点的扩散而导致接枝率的降低。

I. L. J. Dogue 等^[22]用 γ 辐射和氩等离子体两种预处理方式处理 PP 膜,然后与 AA 接枝,并比较了二者对 PP 表面活化的效果。结果表明,虽然 γ 辐射后 PP 膜的过氧化物浓度是氩等离子体处理膜的 100 倍,但氩等离子体膜能更均匀地进行接枝反应,产物具有更高的粘结性能。

1.4 光引发接枝法

光引发接枝法是指在光敏剂(通常为芳基酮)存在下,用紫外光照射 PP 膜或纤维,形成过氧化物,然后在还原剂作用下与接枝单体反应生成接枝共聚物的方法。

H. J. Chun 等^[23]以二苯酮作为光敏剂, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 作为 pH 调节剂,采用紫外光引发 AA 和丙烯酰胺同时接枝 PP,从而为 PP 表面提供了两种不同的官能团。结果表明,通过调节 pH 值可以改变两种单体在共聚物中的组成。pH 值增大,AA 的反应几率减小,而丙烯酰胺的反应几率增大。接枝

率随混合反应单体含量的增加而显著提高,当混合单体浓度为25%时,接枝率变化不大,归因于此时PP表面的活性点已完全消耗。随二苯酮含量增大,接枝率先增后降,二苯酮含量为1%时,接枝率达到极大,认为二苯酮含量过大,会直接引发单体发生均聚。接枝率随着反应时间增加而提高,至30 min时,反应达到平衡。

M. Ulbricht等^[24]用二苯酮作为光敏剂,紫外光辐照AA水溶液接枝PP和尼龙微孔过滤膜。改性程度明显取决于AA浓度和紫外光辐照时间。当AA浓度在10~50 g/L时,从凝胶渗透色谱(GPC)结果分析聚丙烯酸(PAA)均聚物的量,可以估计接枝反应的平均聚合度为680~2200。

M. Huimin等^[25]用一种新型的两步光引发活性接枝聚合合法接枝AA到PP多孔膜上,以使其具有亲水的、带负电荷的表面。这种方法包括两步,首先在二苯酮溶液中,用紫外光辐照PP多孔膜,在底物表面上形成活性点,然后通过表面的光引发剂引发活性聚合,将单体接枝到底物上。试验表明可以通过选择各步的反应条件来控制接枝度和接枝高分子的链长。采用新型两步光引发接枝法得到的接枝物含量是一步接枝法的4倍。反应动力学的研究显示,反应速率存在一个最大值,该值取决于二苯酮的浓度。第二步的接枝聚合过程中,单体浓度和接枝聚合速率呈线性关系。

宋婷等^[26]也采用二步法在PP膜表面接枝AA,即先经光还原把引发基团引入PP膜表面,然后置于单体溶液中,在光或热活化下进行接枝。研究发现,以乙醇为溶剂的反应体系接枝率明显好于以水为溶剂的体系,接枝率随光敏剂浓度、单体浓度增加而提高,升高反应温度可使接枝率明显提高。接枝后的PP膜表面亲水性明显改善。

1.5 悬浮接枝法

郭润德等^[27]用BPO作引发剂,在N₂中,以水相悬浮法合成PP-g-AA,通过研究反应条件、组分等因素对PP接枝率和接枝效率的影响,确定较佳配比工艺条件为:溶胀时间80 min,反应温度90℃,反应时间90 min,AA用量7%,BPO用量3.3%,二甲苯用量25%,水和PP的质量比为3:1,若加入适量(1%~1.7%)催化剂异氰尿酸三烯丙酯能显著提高接枝率。廖凯荣^[28]用悬浮固相接枝法制得PP-g-AA,考察反应中主要原料组对接枝率和接枝效率的影响,结果表明,最佳投料质量比为PP:AA:BPO:H₂O=30:(2.0~3.0):(0.50~0.75):80,加入界面剂二甲苯可明显提高接枝率。另外还发现PP等规度越低、颗粒度越小,接枝率越高。认为固相接枝反应中接枝反应主要发生在PP颗粒表面和表层,对于等规度较低的PP,其结晶度也较低,非晶部分的分子链段活动性较大,较容易被界面剂溶胀,因而有利于接枝反应的进行。同一牌号的PP,颗粒度越小,比表面积越大,反应面积越大,则接枝率越高。

1.6 复合材料中原位接枝方法

制得的PP-g-AA可作为大分子相容剂添加于聚烯烃共混合金或填充、增强复合材料中以改善界面结合力。近年

来,有学者采用原位的方法直接将AA引入PP复合材料中,通过原位生成大分子相容剂来增加界面作用。A. Tabtiang等^[29]用三种改性剂硬脂酸、AA和由AA和DCP组成的反应性涂层处理CaCO₃表面,然后用双螺杆挤出机将0~65%的处理过的与未处理的CaCO₃和PP进行共混。红外和抽提试验表明,AA涂层可以与填料表面反应,得到丙烯酸钙。分别用热二甲苯和稀盐酸选择性溶解基体和填料,表明反应性涂层处理CaCO₃填充PP中,在丙烯酸钙和PP之间发生了接枝反应。对于没有过氧化物的涂层,PP和CaCO₃分别可完全溶解于有机相和无机相,然而有过氧化物的涂层,发现有不溶成分。红外分析表明这是由CaCO₃与聚合物组成的接枝结构。对于用AA和过氧化物涂层处理的填料,填料含量越高的混合物在填料表面键联高分子的量越高,表明随着填料含量增加,填料表面发生反应的程度提高。如果在AA和DCP组成的反应性体系中加入三羟甲基丙烷三甲基丙烯酸酯(TMP),可抑制PP降解,研究这三种添加组分之间的相互作用,发现DCP引发下,在AA和TMP之间存在竞争反应,当DCP和TMP含量低时,主要发生AA接枝PP反应,可能归因于AA比TMP具有更大的反应性。只有当DCP和TMP浓度较高时,TMP才对体系有明显效果。

2 PP-g-AA的结构与性能

在PP大分子链上接枝了极性基团,不仅使PP具有了亲水性、极性^[30],同时也会对PP的结构和性能产生影响。

2.1 PP-g-AA的结晶与熔融行为

Flores等的试验表明,PP上接枝AA后结晶温度提高,而且随着PP-g-AA与PP共混物中接枝物含量的增加,结晶温度提高,认为AA接枝物对PP有异相成核作用,能提高PP的结晶能力。麦堪成等^[31]研究了不同接枝率PP-g-AA的结晶与熔融行为,观察到PP主链上接枝AA后,其结晶和熔融温度均受到一定影响。PP的结晶和熔融峰温都随接枝率提高而提高。低接枝率的PP-g-AA有双熔融峰,归因于PP断链、降解,分子量与规整性下降而形成两种不同完善性且完善性不高的结晶,当接枝率达0.56%时,低温峰与高温峰重叠形成在高温区有肩峰的单熔融峰。认为高接枝率的PP-g-AA具有促进PP成核结晶的能力。T. M. Ton等^[32]认为在PP-g-AA制备过程中生成的副产物PAA起到成核作用,而且为减小降解而加入的抗氧剂在PP和PP-g-AA的结晶过程中也会充当成核剂。DSC结果表明,含有抗氧剂的样品确实具有更高的结晶温度和结晶度。分别采用Ozawa's方程和Chee's方法来测定与主要结晶区域相关的Avrami指数,结果显示这两种方法达到了很好的一致性。郭润德等发现PP-g-AA的熔点比纯PP低,归于接枝产物分子量下降的缘故,另外认为由于PP晶型发生了变化,引起重结晶温度下降。

2.2 PP-g-AA的热稳定性

在PP链上接枝AA,有利于提高PP的热稳定性。郭润德等研究发现PP-g-AA的分解温度比纯PP提高了17℃,归

因于 PP 链上的叔碳氢原子被 AA 支链取代的缘故。R. G. S. Srinivasa 等^[33]的研究表明, 含有 PAA 均聚物的 PP-g-AA 起始分解温度比纯 PP 要低 20℃, 而不含均聚物的 PP-g-AA 起始结晶温度则比纯 PP 高了 25℃, 认为接枝物有抗氧化作用。

2.3 PP-g-AA 的晶体形态与结构

有研究表明, 在 130℃ 结晶 3 h 的 PP 生成直径为 15 μm 左右的大球晶, 球晶边界清晰, 而 PP-g-AA 虽为球晶, 但球晶变小 (2~4 μm), 而且结晶也不够完善, 表明 AA 接枝在 PP 表面上造成结晶不完整, 在 PP 结晶时 AA 的—COOH 基可以起到结晶成核的作用, 使体系内晶核增加。

张晓民等发现未接枝 PP 为 α 晶型与 β 晶型的混合型, 而 PP-g-AA 为 α 晶型, 认为接枝前后 PP 晶型发生变化, 主要是由于 AA 引到 PP 分子主链上, 使 PP 分子结构发生了变化。接枝前后 X 射线衍射图的峰形发生了改变, 是因为 PP 上接枝了极性基团 AA, 在制样过程中粘接厉害, 取样时用力较大造成分子取向峰形发生了变化。另外 PP-g-AA 的衍射图在 2θ=9.148 处出现一未知衍射峰。Srinivasa 等发现 PP-g-AA 中存在 β 晶型 PP, 而且用 BPO 引发反应比用 DCP 引发反应所得到的 PP-g-AA 的 β 晶衍射峰更明显, 认为 PP 上接枝的 AA 可以起到 β 晶诱导作用。

2.4 PP-g-AA 对 PP 其它性能的影响

麦堪成等研究了 5% 的 PP-g-AA 和 PP 共混物的力学性能, 发现在 PP 粒料中加入 5% 接枝率低的 PP-g-AA 会使弯曲强度和拉伸强度提高, 而冲击强度略有降低。但随 PP-g-AA 的接枝率提高, PP-g-AA/PP 的冲击性能提高, 甚至高于粒料 PP, 弯曲弹性模量也相应提高, 而拉伸强度变化不大, 认为可能存在 PP-g-AA 对 PP 的增强增韧作用。无论加入 PP-g-AA 与否, 材料的断裂伸长率都超过 250%。认为在 PP 中加入有极性的 PP-g-AA, 有利于提高强度, 而对断裂伸长率无影响。Ton 等也将 PP-g-AA 与 PP 共混, 发现不同组成的共混体系的拉伸强度没有明显不同, 模量略有变化。PP-g-AA 比纯 PP 具有更好的吸水性和水扩散系数。

3 结语

PP 的极性化一直是高分子学术界研究的一个重要课题, PP 接枝极性单体 AA 后, 可以改善其粘结、润湿、染色等性能, 也可以作为相容剂添加到 PP 复合材料或合金中, 从而

进一步扩大 PP 的应用范围, 因此关于 PP-g-AA 制备方法和应用方面的研究较多, 不过关于接枝产物的链结构, 如接枝点分布、接枝的侧链长度等方面则仍有待于研究。

参考文献

- Bogoeva G G, et al. J Appl Polym Sci, 2000, 77: 3107
- Chen L F, et al. Polym Eng Sci, 1996, 36(12): 1594
- Kaur I, et al. J Appl Polym Sci, 1998, 69(1): 143
- Pesetskii S S, et al. J Appl Polym Sci, 2002, 86(1): 64
- Huang H, et al. React Funct Polym, 2002, 50(1): 49
- 李乔均, 等. 高分子材料科学与工程, 1996, 12(3): 40
- Qiu W, et al. J Appl Polym Sci, 2000, 77: 2974
- Vainio T, et al. J Appl Polym Sci, 1997, 63: 883
- Rahma F, et al. Polym Compos, 2000, 21(2): 175
- Flores-Gallardo S G, et al. J Appl Polym Sci, 2001, 79(8): 1497
- 张晓民, 等. 高分子材料科学与工程, 1996, 12(5): 26
- 金秋云, 等. 化学工程师, 2000(5): 24
- Pan Y, et al. J Appl Polym Sci, 1997, 65(10): 1905
- Khunova V, et al. Polym Plast Technol Eng, 1993, 32(4): 89
- 王静媛, 等. 高分子材料科学与工程, 1999, (3): 37
- 林志勇, 等. 华侨大学学报(自然科学版), 1997, 18(1): 35
- Alencar D Q, et al. Rad Phys Chem, 1999, 55(3): 345
- Park J S, et al. J Appl Polym Sci, 1998, 69(11): 2213
- Chen J, et al. Rad Phys Chem, 1998, 52: 201
- 姚占海, 等. 高分子材料科学与工程, 1997(3): 16
- Chen D, Shi N, Xu D. J Appl Polym Sci, 1999, 73: 1357
- Dogue I L J. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 1995(2): 164
- Chun H J, et al. J Appl Polym Sci, 1999, 72: 251
- Ulbricht M. React Funct Polym, 1996, 31(2): 165
- Huimin M, et al. Macromolecules, 2000, 33(2): 331
- 宋婷, 等. 高分子学报, 2002(5): 632
- 邹润德, 等. 功能高分子学报, 2001, 14(1): 85
- 廖凯荣, 等. 石油化工, 1998, 27(12): 886
- Tabtiang A, et al. Compos Interf, 1999, 6(1): 65
- Tao G, et al. Macromolecules, 2001, 34(22): 7672
- 麦堪成, 等. 高分子材料科学与工程, 2002, 18(2): 143
- Ton T M, et al. International SAMPE Technical Conference, 2000, 32: 593
- Srinivasa R G S, et al. Eur Polym J, 1996, 32(6): 695

PREPARATION, STRUCTURE AND PROPERTIES OF POLYPROPYLENE GRAFTED WITH ACRYLIC ACID

Huang Zhenzhen, Lin Zhidan, Cai Zewei, Mai Kancheng

(College of Chemistry and Chemical Engineering, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

ABSTRACT The preparation methods of acrylic acid grafted polypropylene (PP-g-AA), including melting grafting, solid-phase grafting, radiation grafting, photo-initiated grafting, suspension grafting, solution grafting and in-situ grafting in the composites etc, and the effect of the preparation process and conditions on the grafting efficiency in recent years are introduced. The structure and properties of PP-g-AA were elaborated, especially the crystallization and melting behavior of PP after AA was grafted.

KEYWORDS grafted polypropylene, acrylic acid, preparation, structure, property